

PENINGKATAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH DI KELURAHAN PINARAS

Figih Cicilia Mokoginta

I. R. Mangangka

Fakultas Teknik, Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

email : Cicilia_mokoginta@yahoo.co.id

ABSTRAK

Air merupakan kebutuhan pokok yang paling mendasar bagi kehidupan manusia. Pertumbuhan penduduk yang meningkat menyebabkan kebutuhan air yang meningkat pula. Oleh karena itu perlu perencanaan dalam meningkatkan sistem penyediaan air bersih.

Kelurahan Pinaras terletak di kecamatan Tomohon Selatan, yang terbagi dari 8 lingkungan yang belum mendapatkan pelayanan air bersih secara merata. Sehingga perlu dilakukan peningkatan sistem penyediaan air bersih. Sistem jaringan air bersih dialirkan secara gravitasi yaitu air dari mata air Sapa Pinaras ditampung lalu dialirkan ke reservoir, kemudian dari reservoir didistribusi ke hidran umum secara gravitasi.

Debit mata air Sapa Pinaras sebesar 2.42 l/det dapat memenuhi kebutuhan air hingga 20 tahun ke depan dengan total kebutuhan air sebesar 0.96913 l/det. Ukuran reservoir (3x3x3.6) m dan untuk bak penampung (3x3x3.2) m. Jenis pipa yang digunakan adalah PVC. Perhitungan sistem distribusi perpipaan menggunakan bantuan program Epanet 2.0 dengan diameter pipa transmisi 2.5" dan untuk pipa distribusi 2 " s/d 1.5".

Kata kunci: Kelurahan Pinaras, Air Bersih, kebutuhan air.

PENDAHULUAN

Latar belakang

Air merupakan kebutuhan pokok yang paling mendasar bagi kehidupan manusia. Pertumbuhan penduduk yang meningkat menyebabkan kebutuhan air yang meningkat pula, sementara itu ketersediaan air terbatas, bahkan akibat perlakuan manusia yang kurang baik dalam menjaga kelangsungan sumber-sumber air menyebabkan tingkat ketersediaan sumber daya air menurun.

Kelurahan Pinaras adalah kelurahan yang terletak di kecamatan Tomohon Selatan yang berbatasan langsung dengan Woloan disebelah utara, Lansot Tumatangtang di bagian timur, Rambunan, Sawangan di bagian Selatan dan di bagian barat berbatasan dengan Tincep. Luas daerah 398 Ha, dengan jumlah penduduk saat ini tahun 2014 sebesar 2.242 Jiwa.

Di Kelurahan Pinaras terdapat dua sistem jaringan yang memanfaatkan mata air sebagai sumber utama. Sistem jaringan yang berasal dari mata air Sapa Pinaras yang terletak pada elevasi 722m ini dimanfaatkan sebagai sumber air dan juga dimanfaatkan untuk irigasi di Kelurahan Pinaras ini. Oleh karena itu pelayanan distribusi air bersih tidak dapat terlayani secara merata. Hal ini dikarenakan debit yang ada tidak dapat

mencukupi kebutuhan air bersih penduduk kelurahan Pinaras. Untuk itu perlu dilakukan peningkatan dalam pelayanan distribusi air bersih sehingga pelayanan air bersih di kelurahan Pinaras dapat terpenuhi secara merata, serta kebutuhan akan air bersih oleh penduduk Pinaras dapat terpenuhi secara maksimal dan efektif.

Batasan Masalah

1. Perhitungan jumlah kebutuhan air bersih untuk kebutuhan air domestik dan non domestik.
2. Perencanaan hanya pada jaringan air bersih dengan perencanaan kebutuhan air bersih sampai 20 tahun kedepan.
3. Perencanaan jaringan distribusi sampai dihidran-hidran umum.
4. Perhitungan konstruksi bangunan tidak dilakukan.
5. Analisis dan perencanaan sistem perpipaan menggunakan software *Epanet 2.0*

Tujuan Penelitian

Melakukan perencanaan dalam rangka peningkatan sistem jaringan air bersih di Kelurahan Pinaras, agar supaya dapat memenuhi kebutuhan air bersih semua warga masyarakat Kelurahan Pinaras.

Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan menjadi pertimbangan bagi pihak-pihak yang berkaitan dengan kebutuhan air bersih di Kelurahan Pinaras guna menunjang aktivitas sehari-hari masyarakat dalam memenuhi kebutuhan akan air bersih.

SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH

Ketersediaan Air

Ketersediaan air adalah jumlah air yang diperkirakan terus-menerus ada dan dalam jangka waktu tertentu.

Siklus Hidrologi

Proses hidrologi secara lengkap yaitu air yang berada diatas tanah maupun yang terkandung didalam tanah serta tumbuh-tumbuhan karena panas matahari mengalami penguapan, dan karena perbedaan tekanan maka uap-uap air tersebut naik dan mengumpul menjadi awan, yang akhirnya karena perbedaan suhu dan tekanan serta angin awan berubah menjadi hujan dan akhirnya jatuh ke bumi secara gravitasi. Namun tidak semua air hujan yang jatuh ke bumi mencapai permukaan bumi karena dalam perjalanannya sebagian hujan ada yang menguap kembali dan proses ini terjadi berulang-ulang kali.

Sumber Air

Beberapa sumber air baku yang dapat digunakan untuk penyediaan air bersih dikelompokkan sebagai berikut:

- Air hujan
- Air Permukaan
- Air Tanah
- Mata Air

Kebutuhan Air Bersih

Macam kebutuhan air bersih.

Manusia dan makhluk hidup lain di alam ini memerlukan air untuk proses-proses psikologis yang dibedakan antara lain:

Kebutuhan Domestik

Kebutuhan air bersih untuk pemenuhan kegiatan sehari-hari atau rumah tangga. Besarnya kebutuhan air domestik dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Q_d = Y_n \cdot r_k \quad (1)$$

dimana:

Q_d = Kebutuhan air domestik (l/hari),

Y_n = Proyeksi pertumbuhan penduduk tahun ke-n (jiwa),

r_k = Angka konsumsi air bersih berdasarkan kategori kota (l/org/hari).

Kebutuhan Non Domestik

Besarnya kebutuhan air non domestik dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$Q_n = Q_d \cdot r_n \quad (2)$$

dimana:

Q_n = Kebutuhan air non domestik (l/hari),

Q_d = Kebutuhan air domestik (l/hari),

r_n = Angka persentase non domestik (%).

Proyeksi Jumlah Penduduk

Dalam menentukan pertumbuhan penduduk pada masa yang akan datang diperlukan beberapa hal antara lain:

- Jumlah penduduk saat ini sebagai dasar untuk menghitung jumlah penduduk proyeksi pada masa yang akan datang.
- Kenaikan atau pertumbuhan penduduk.

Untuk itu digunakan analisa regresi dalam 3 model:

- Analisa regresi linier.
- Analisa Regresi Logaritma
- Analisa Regresi Ekponensial

Standart Error (Se)

Dalam memilih trend mana yang paling cocok untuk pertumbuhan jumlah penduduk yang dianalisa maka diambil nilai r^2 (koefisien determinasi) yang paling mendekati 1 atau yang memiliki nilai Se (*standard error*) yang paling kecil.

Dihitung dengan Rumus :

$$Se = \sqrt{\frac{\sum(Y_i - Y')^2}{n-2}} \quad (3)$$

Kehilangan Air

Dalam perencanaan sistem distribusi air bersih tidak menutup kemungkinan terjadi kebocoran atau kehilangan air. Kehilangan air didefinisikan sebagai jumlah air yang hilang akibat :

- Pemasangan sambungan yang tidak tepat
- Terkena tekanan dari luar sehingga menyebabkan pipa retak atau pecah
- Penyambungan liar

Rumus kehilangan air:

$$(Q_a) = (Q_d + Q_n) \times r_a \quad (4)$$

dimana :

Q_a = kehilangan air

Q_d = kebutuhan domestik

Q_n = Kebutuhan non domestik

Kebutuhan Air Bersih Harian Maksimum dan Jam Puncak

Untuk mengetahui kebutuhan hari maksimum dan kebutuhan jam puncak adalah nilai faktor hari maksimum dan nilai faktor jam maksimum. Nilai faktor hari maksimum, (F1) umumnya adalah 1 sampai dengan 1.5 Sedangkan faktor jam puncak (F2) umumnya adalah 1.5 sampai dengan 2.5.

Dengan rumus:

- Kebutuhan hari maksimum = kebutuhan air bersih x faktor hari maksimum
- Kebutuhan jam puncak = kebutuhan air bersih x faktor jam puncak

Bangunan Pengambilan dan Sistem Transmisi Air Bersih

Intake

Bangunan pengambilan air baku untuk penyediaan air bersih disebut dengan bangunan penangkap air atau *intake*.

Sistem transmisi Air Bersih

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan sistem transmisi adalah:

- Tipe pengaliran jaringan pipa transmisi yang meliputi sistem pemompaan, sistem gravitasi, dan sistem gabungan perpompaan dan gravitasi.
- Menentukan tempat bak pelepas tekan.
- Menghitung panjang dan diameter pipa.
- Jalur pipa sebaiknya mengikuti jalan raya dan dipilih jalur yang tidak memerlukan banyak perlengkapan.

Sistem Distribusi Air Bersih

Definisi Sistem Distribusi Air Bersih

Dalam perencanaan sistem distribusi air bersih, beberapa faktor yang harus diperhatikan antara lain adalah daerah layanan dan jumlah penduduk yang akan dilayani. Daerah pelayanan ini meliputi wilayah IKK (ibu kota kecamatan) atau wilayah kabupaten/kotamadya. Jumlah penduduk yang dilayani tergantung pada :

- Kebutuhan
- Kemauan/Minat
- Kemampuan atau tingkat sosial ekonomi masyarakat

Pipa Distribusi

Pipa distribusi adalah pipa yang membawa air ke konsumen yang terdiri dari:

1. Pipa induk: pipa utama pembawa air yang akan dibagikan kepada konsumen
2. Pipa cabang: pipa cabang dari pipa induk

3. Pipa dinas: pipa pembawa air yang langsung melayani konsumen

Tipe Pengaliran

- Gravity System
- Pumping System
- Dual System

Layout Sistem Distribusi

- “DEAD END or TREE –SYSTEM”.
- “GRID – IRON SYSTEM”
- “CIRCULAR or RING – SYSTEM”
- “RADIAL SYSTEM”

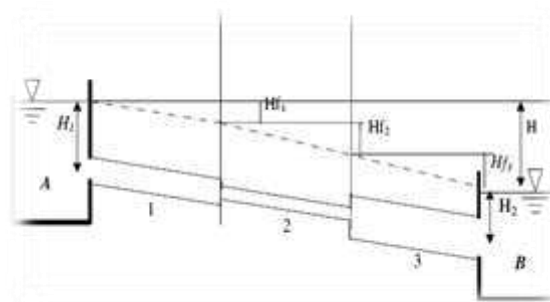
Kehilangan Tenaga

Aliran pada fluida nyata (*real*) akan mengalami gesekan dengan dinding pipa sehingga akan mengalami kehilangan tenaga. Kehilangan tenaga dapat dibedakan menjadi 2 yaitu kehilangan tenaga primer (*major losses*) dan kehilangan tenaga sekunder (*minor losses*).

ANALISIS JARINGAN PIPA DISTRIBUSI

Pipa Hubungan Seri

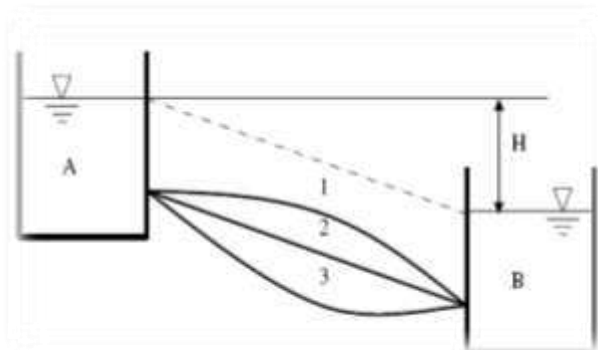
Apabila suatu saluran pipa terdiri dari beberapa pipa berdiameter sama atau berbeda dalam kondisi tersambung, maka pipa-pipa tersebut terpasang dalam hubungan seri. Pada pipa hubungan seri, debit aliran di semua titik adalah sama sedangkan kehilangan tekanan di semua titik berbeda. Hal tersebut ditunjukkan pada gambar di bawah ini :



Gambar 1. Pipa Seri

Pipa Hubungan Paralel

Apabila dua pipa atau lebih yang letaknya sejajar dan pada ujung-ujungnya dihubungkan oleh satu titik simpul (*junction*), maka pipa-pipa tersebut terpasang dalam hubungan paralel. Hal tersebut ditunjukkan pada gambar 2. berikut:



Gambar 2. Pipa Paralel

Komponen-komponen pada Jaringan Perpipaan

Komponen Jaringan Pipa

Suatu sistem distribusi air pada umumnya memiliki fasilitas sistem perpipaan, stasiun pompa, fasilitas penampungan, katup dan meter air. Fungsi utama sistem distribusi air minum adalah mengirimkan debit penyediaan air yang dibutuhkan ke semua bagian dari daerah layanan dengan tingkat tekanan yang layak. Suatu pipa bertekanan adalah pipa yang dialiri air dalam keadaan penuh.

Pipa yang umumnya dipakai untuk sistem jaringan distribusi air dibuat dari bahan-bahan seperti: Pipa besi tuang (*Cast Iron*), Pipa Asbes Semen (*Asbes Cement Pipe*), Pipa besi galvanis (*Galvanized Iron*), Pipa PVC (*Poly Vinyl Chloride*), HDPE (*High Density Poly Ethylene*) dan Baja (*Steel*).

Software Epanet 2.0

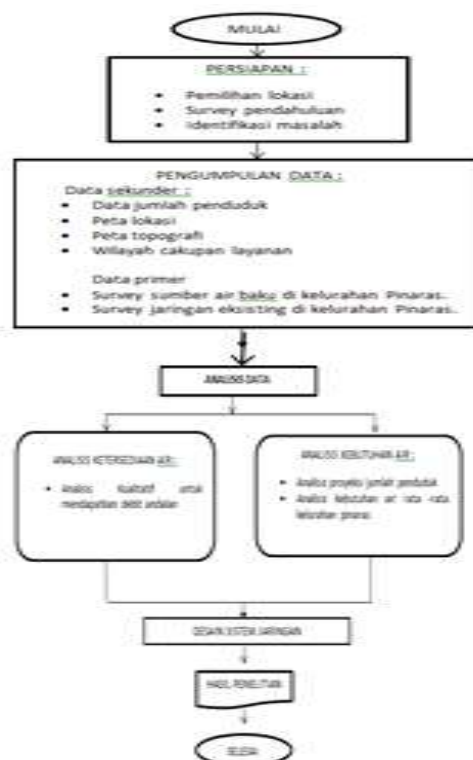
EPANET merupakan program komputer yang dapat menampilkan simulasi hidrolis dan kualitas air dalam jaringan pipa bertekanan. Jaringan ini akan terdiri dari pipa-pipa, *node* (*junction* pipa), pompa, *valve*, tangki penampungan, atau reservoir.

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi perencanaan peningkatan sistem penyediaan air bersih dilakukan di Kelurahan Pinaras Kecamatan Tomohon Selatan. Hal ini direncanakan karena sistem penyediaan air bersih yang tidak merata dan tidak mencukupi kebutuhan sehari-hari.

Bagan Alir Penelitian



Gambar 3. Bagan alir penelitian

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Proyeksi Jumlah Penduduk

Analisis Regresi Linear

Analisis proyeksi perkembangan jumlah penduduk didasarkan pada analisis regresi yang dilakukan untuk perkembangan jumlah penduduk sebelumnya. Untuk kebutuhan analisis ini maka sebaiknya tersedia data jumlah penduduk minimal 10 tahun terakhir.

Tabel 1. Proyeksi Jumlah Penduduk dengan Analisis Regresi Linear

Tahun	No.	Jumlah Penduduk	(x).y	x ²	y ²	y'	y'-y	(y'-y) ²
	(x)	(y)						
2005	1	2111	2111	1	4456321	2126.7	-15.7	247.3
2006	2	2117	4234	4	4481689	2141.5	-24.5	598.0
2007	3	2178	6534	9	4743684	2156.2	21.8	476.0
2008	4	2188	8752	16	4787344	2170.9	17.1	292.1
2009	5	2195	10975	25	4818025	2185.6	9.4	87.7
2010	6	2198	13188	36	4831204	2200.4	-2.4	5.6
2011	7	2230	15610	49	4972900	2215.1	14.9	222.3
2012	8	2233	17864	64	4986289	2229.8	3.2	10.1
2013	9	2238	20142	81	5008644	2244.5	-6.5	42.8
2014	10	2242	22420	100	5026564	2259.3	-17.3	298.3
	55	21930	121830	385	48112664			2280.4

Sumber :hasil analisis

Maka Persamaan Jumlah Penduduk adalah :
 $y = a + bx = 2112.0004 + 14.7272x$

Analisis Regresi Logaritma

Berdasarkan analisis yang dilakukan maka hasil dari regresi logaritma dapat dilihat pada Tabel di bawah ini :

Tabel 2. Proyeksi jumlah penduduk dengan analisis Regresi Logaritma

Tahun	No.	Jumlah Penduduk	(x)(y)	x ²	y ²	y'	y - y'	(y - y') ²
(x)	(y)							
2005	1	2111	0	0	4456321	2098.37	12.63	159.46
2006	2	2117	1467	0.48045	4481689	2141.80	-24.80	614.90
2007	3	2178	2393	1.20695	4743684	2167.20	10.80	116.66
2008	4	2188	3033	1.92181	4787344	2185.22	2.78	7.72
2009	5	2195	3533	2.59025	4818025	2199.20	-4.20	17.66
2010	6	2198	3938	3.21040	4831204	2210.62	-12.62	159.37
2011	7	2230	4339	3.7857	4972900	2230.28	9.72	94.44
2012	8	2233	4643	4.12408	4985289	2238.65	4.35	18.95
2013	9	2238	4917	4.82780	5008644	2236.03	1.97	3.90
2014	10	2242	5162	5.30190	5025564	2242.63	-0.63	0.39
55	15.10	21930	33427	28	48112664			1193

Sumber : Hasil Analisis

Maka didapat persamaan :
 $Y = 2098.4 + 62.6491343. \ln (X)$

Analisis Regresi Eksponensial

Selanjutnya, berdasarkan analisis dengan metode regresi eksponensial yang dilakukan dapat dilihat hasil dari analisis regresi eksponensial pada tabel berikut ini.

Tabel 3. Jumlah penduduk dengan Analisis Regresi Eksponensial

Tahun	No.	Jumlah Penduduk	(x)(y)	x ²	y ²	y'	y - y'	(y - y') ²
(x)	(y)							
2005	1	2111	7.65	7.7	58.80	2126.91	-15.91	253.06
2006	2	2117	7.66	15.3	58.64	2141.31	-24.31	591.15
2007	3	2178	7.69	23.1	59.08	2155.82	-22.18	492.13
2008	4	2188	7.69	30.8	59.15	2170.42	-17.58	309.16
2009	5	2195	7.69	38.5	59.20	2185.12	-9.88	97.67
2010	6	2198	7.70	46.2	59.22	2199.52	-1.92	3.67
2011	7	2230	7.71	54.0	59.44	2214.82	15.18	230.55
2012	8	2233	7.71	61.7	59.46	2229.82	3.18	10.13
2013	9	2238	7.71	69.4	59.50	2244.92	-6.92	47.89
2014	10	2242	7.72	77.2	59.52	2260.12	-18.12	328.44
55	21930	77	424	385	592			2364

Sumber : Hasil Analisis

Untuk persamaan didapat :
 $Y = 2112.6 + e^{0.006752.x}$

Tabel 4. Rekapitulasi Analisis Regresi

Metode Analisis Regresi	koefisien korelasi (r)	koefisien Determinan (r ²)	Standart Error (Se)
Linier	0.94	0.89	16.88
Logaritma	0.97	0.94	12.21
Eksponensial	0.94	0.88	17.19

Sumber : Hasil Analisis

Dapat disimpulkan bahwa analisis regresi Logaritma yang memiliki nilai korelasi (r) paling mendekati 1 dan juga memiliki nilai standard error terkecil. Untuk itu yang akan digunakan sebagai proyeksi jumlah penduduk sampai 20 tahun kedepan atau sampai tahun 2034 adalah metode analisis regresi logaritma.

Berikut ini adalah jumlah penduduk dengan metode regresi logaritma sampai tahun perencanaan atau hingga tahun 2034.

Tabel 5. Proyeksi Jumlah penduduk sampai tahun 2034

No.	Tahun	Jumlah Penduduk	No.	Tahun	Jumlah Penduduk
1	2015	2249	11	2025	2289
2	2016	2254	12	2026	2292
3	2017	2259	13	2027	2295
4	2018	2264	14	2028	2297
5	2019	2268	15	2029	2300
6	2020	2272	16	2030	2302
7	2021	2276	17	2031	2305
8	2022	2279	18	2032	2307
9	2023	2283	19	2033	2309
10	2024	2286	20	2034	2311

Sumber : Hasil Analisis

Analisis Kebutuhan Air Bersih

Kebutuhan Air Domestik

Kelurahan Pinaras adalah Kota kategori V (Desa) dengan jumlah penduduk 2311 jiwa. Berdasarkan Ditjen Cipta Karya kebutuhan air baku untuk pedesaan yaitu 30 ltr/orang/hari. Tabel kebutuhan air pedesaan untuk tahun 2034.

Tabel 6. Kebutuhan Domestik

No.	Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Kebutuhan Air Bersih (liter/detik)
1	2015	2249	0.78076
2	2016	2254	0.78267
3	2017	2259	0.78441
4	2018	2264	0.78602
5	2019	2268	0.78752
6	2020	2272	0.78892
7	2021	2276	0.79024
8	2022	2279	0.79149
9	2023	2282	0.79236
10	2024	2286	0.79378
11	2025	2289	0.79484
12	2026	2292	0.79585
13	2027	2295	0.79682
14	2028	2298	0.79774
15	2029	2300	0.79863
16	2030	2303	0.79949
17	2031	2305	0.80031
18	2032	2307	0.80110
19	2033	2309	0.80186
20	2034	2311	0.80260

Sumber : Hasil Analisis

Dari hasil analisis untuk kebutuhan domestik sampai dengan tahun 2034 sebesar 0.80260 l/det.

Kebutuhan Air Non Domestik

Kebutuhan Air Non-Domestik Kelurahan Pinaras menurut kriteria perencanaan IKK pedesaan adalah 5% daripada Kebutuhan air domestik.

Tabel 7. Kebutuhan Non domestik

No	Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan Air bersih (liter/ detik)
1	2015	2249	0.03904
2	2016	2254	0.03913
3	2017	2259	0.03922
4	2018	2264	0.03930
5	2019	2268	0.03938
6	2020	2272	0.03945
7	2021	2276	0.03951
8	2022	2279	0.03957
9	2023	2282	0.03962
10	2024	2286	0.03969
11	2025	2289	0.03974
12	2026	2292	0.03979
13	2027	2295	0.03984
14	2028	2298	0.03989
15	2029	2300	0.03993
16	2030	2303	0.03997
17	2031	2305	0.04002
18	2032	2307	0.04005
19	2033	2309	0.04009
20	2034	2311	0.04013

Sumber : Hasil Analisis

Kehilangan Air

Kehilangan air pada umumnya disebabkan karena adanya kebocoran air pada pipa transmisi dan distribusi serta kesalahan dalam pembacaan meter.

Kehilangan air (Qa) pada tahun selanjutnya bisa dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Kehilangan Air

No.	Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	Kebutuhan Air Domestik (liter/detik)	Kebutuhan Air Non Domestik (liter/detik)	Kehilangan Air (liter/detik)
1	2015	2249	0.78076	0.03904	0.12297
2	2016	2254	0.78266	0.03913	0.12327
3	2017	2259	0.78440	0.03922	0.12354
4	2018	2264	0.78601	0.03930	0.12380
5	2019	2268	0.78751	0.03938	0.12403
6	2020	2272	0.78891	0.03945	0.12425
7	2021	2276	0.79023	0.03951	0.12446
8	2022	2279	0.79148	0.03957	0.12466
9	2023	2282	0.79265	0.03963	0.12484
10	2024	2286	0.79377	0.03969	0.12502
11	2025	2289	0.79483	0.03974	0.12519
12	2026	2292	0.79584	0.03979	0.12535
13	2027	2295	0.79681	0.03984	0.12550
14	2028	2298	0.79773	0.03989	0.12564
15	2029	2300	0.79862	0.03993	0.12576
16	2030	2303	0.79948	0.03997	0.12592
17	2031	2305	0.80030	0.04001	0.12605
18	2032	2307	0.80109	0.04005	0.12617
19	2033	2309	0.80185	0.04009	0.12629
20	2034	2311	0.80259	0.04013	0.12641

Sumber : Hasil Analisis

Total kehilangan air untuk Kelurahan Pinaras sampai tahun 2034 yaitu 0.12641 liter/detik.

Analisis Kebutuhan Air Total

Kebutuhan air total adalah kebutuhan air baik domestik, non domestik ditambah dengan kehilangan air. Kebutuhan total (Qt) dapat dilihat pada tabel 9 sebagai berikut.

Tabel 9. Kebutuhan Total

No.	Tahun	Kebutuhan Domestik (Qd) (liter/detik)	Kebutuhan Non Domestik (Qn) (liter/detik)	Kehilangan Air (Qa) (liter/detik)	Debit Total (Qt) (liter/detik)
1	2015	0.78076	0.03904	0.12297	0.94277
2	2016	0.78266	0.03913	0.12327	0.94506
3	2017	0.78440	0.03922	0.12354	0.94716
4	2018	0.78601	0.03930	0.12380	0.94911
5	2019	0.78751	0.03938	0.12403	0.95092
6	2020	0.78891	0.03945	0.12425	0.95261
7	2021	0.79023	0.03951	0.12446	0.95421
8	2022	0.79148	0.03957	0.12466	0.95571
9	2023	0.79265	0.03963	0.12484	0.95713
10	2024	0.79377	0.03969	0.12502	0.95848
11	2025	0.79483	0.03974	0.12519	0.95978
12	2026	0.79584	0.03979	0.12535	0.96098
13	2027	0.79681	0.03984	0.12550	0.96215
14	2028	0.79773	0.03989	0.12564	0.96328
15	2029	0.79862	0.03993	0.12576	0.96434
16	2030	0.79948	0.03997	0.12592	0.96537
17	2031	0.80030	0.04001	0.12605	0.96636
18	2032	0.80109	0.04005	0.12617	0.96731
19	2033	0.80185	0.04009	0.12629	0.96823
20	2034	0.80259	0.04013	0.12641	0.96913

Sumber : Hasil Analisis

Berdasarkan hasil analisis, didapat kebutuhan air total pada 20 tahun mendatang (Tahun 2034) yaitu sebesar 0.12641 l/det atau 0.96913 l/orang/hari.

Analisis Kebutuhan Air Maksimum dan Jam Puncak

Kebutuhan air harian maksimum dihitung berdasarkan faktor pengali yaitu 1,15 -1,25 di kali dengan kebutuhan air total.

Tabel 10. Analisis Kebutuhan Air Maksimum dan Jam Puncak

No.	Tahun	Debit Total (Qt) (liter/detik)	Debit air Maksimum (Qm) (liter/detik)	Debit Jam Puncak (Qp) (liter/detik)
1	2015	0.94277	1.17846	1.64985
2	2016	0.94506	1.18132	1.65385
3	2017	0.94716	1.18395	1.65753
4	2018	0.94911	1.18638	1.66094
5	2019	0.95092	1.18865	1.66411
6	2020	0.95261	1.19077	1.66707
7	2021	0.95421	1.19276	1.66986
8	2022	0.95571	1.19463	1.67249
9	2023	0.95713	1.19641	1.67497
10	2024	0.95848	1.19809	1.67733
11	2025	0.95978	1.19970	1.67957
12	2026	0.96098	1.20122	1.68171
13	2027	0.96215	1.20268	1.68376
14	2028	0.96328	1.20408	1.68571
15	2029	0.96434	1.20542	1.68759
16	2030	0.96537	1.20671	1.68939
17	2031	0.96636	1.20795	1.69113
18	2032	0.96731	1.20914	1.69280
19	2033	0.96823	1.21029	1.69441
20	2034	0.96913	1.21141	1.69597

Sumber : Hasil Analisis

Kebutuhan air maksimum sampai dengan tahun 2034 adalah 1.21142 l/det, dan untuk kebutuhan air jam puncak sampai dengan tahun 2034 adalah 1.65599 l/det.

4. Beberapa hidran umum diletakkan dipinggir jalan di Kelurahan Pinaras
5. Beberapa hidran umum masih menggunakan hidran umum yang lama.

RENCANA SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH

Sistem Perencanaan Penyediaan Air Bersih

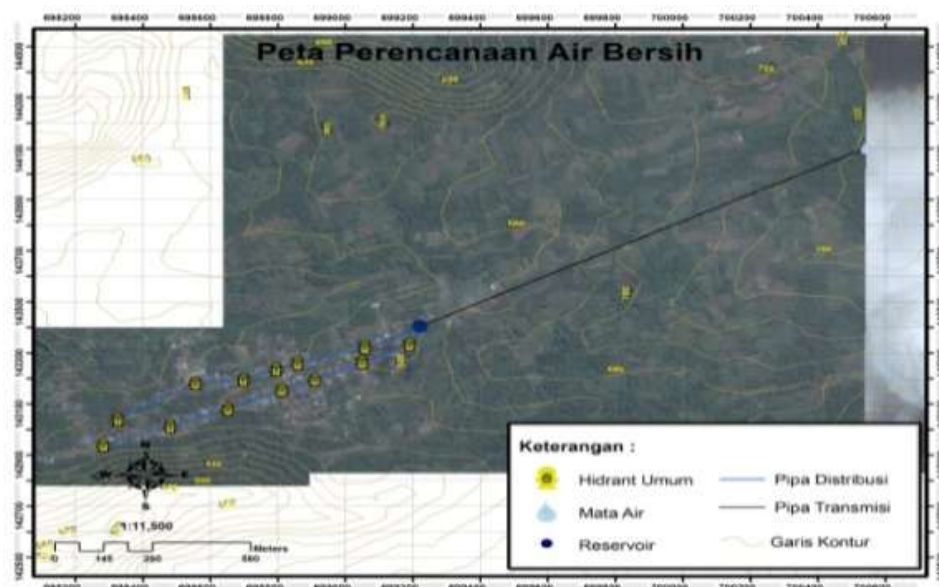
Rencana system penyediaan air bersih dari mata air Sapa Pinaras ke Kelurahan Pinaras antara lain sebagai berikut:

1. Broncaptering di mata air Sapa Pinaras
2. Pipa transmisi dari BPT menuju ke reservoir penampung dikelurahan Pinaras
3. Pipa distribusi utama dari reservoir penampung sampai Hidran Umum

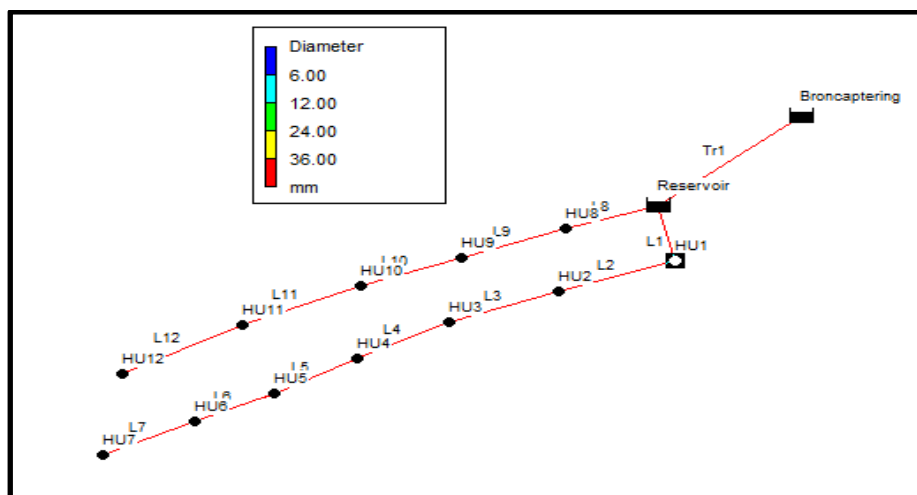
Desain Sistem Jaringan Air Bersih

Mendesain sistem jaringan adalah suatu pekerjaan mendesain sistem jaringan yang ekonomis namun memiliki kapasitas yang cukup untuk melayani seluruh kebutuhan air bersih. Sedangkan lingkup pekerjaan desain hidrolis bangunan-bangunan meliputi desain hidrolis reservoir dan bangunan pelengkap lainnya.

Rencana sistem (*System Plan*) penyediaan air bersih dan skema jaringan di Kelurahan Pinaras dapat dilihat pada gambar 3 dan 4 di bawah ini :



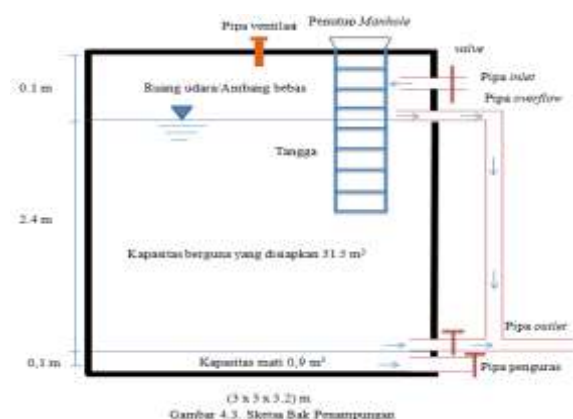
Gambar 3. Skema Jaringan air bersih



Gambar 4 Skema Jaringan Kelurahan Pinaras menggunakan software Epanet 2.0

Desain Bangunan Penangkap Mata Air (Broncaptering)

Broncaptering adalah bangunan yang digunakan untuk menampung atau menangkap air yang keluar dari mata air. Karena pada mata air Sapa Pinaras memiliki satu titik keluaran mata air, maka bangunan penangkap (broncaptering) strukturnya direncanakan terbuat dari pasangan batu kali/belah berukuran persegi panjang dengan ukuran panjang 4 – 5 m, dan lebar 2,5m diberi pipa penyalur menuju ke Reservoir



Gambar 5. Sketsa bak penampungan

Desain Pipa Transmisi dan Pipa Distribusi

Jaringan transmisi dan distribusi

Desain sistem jaringan diatas direncanakan dialirkan dengan cara gravitasi. Pipa transmisi air baku mulai dari Broncaptering sampai reservoir adalah pipa jenis PVC, mengingat pipa ini lebih ekonomis karena lebih murah dan lebih mudah pemasangannya, demikian pula pemeliharaannya. Dan perhitungan pipa transmisi dari hasil pengukuran diketahui:

Dari Broncaptering ke Reservoir

Diketahui :

Beda tinggi antara tinggi muka air di bak penampungan mata air dan pipa distribusi reservoir (H) = 41m, panjang pipa dari broncaptering ke reservoir $1494 + 10\%$ dari panjang di peta, maka $L = 1494 + (10\% \times 1494) = 1643.4$ m, serta untuk koefisien kekasaran pipa PVC yaitu 150.

Catatan: 10 % diambil berdasarkan bentuk jalan dan elevasi

Mengalami kehilangan head :

$$H_f = \frac{10,675 Q^{1,852}}{C_{hw}^{1,852} \times D^{4,87}} \times L$$

$$= \frac{10,675 \times 0,00242^{1,852}}{150^{1,852} \times 0,0635^{4,8704}} \times 1643.4$$

$$= 15.8m$$

$$H_f = 15.8 \text{ m} \dots\dots\dots H_f < H_{ok}$$

Desain Hidrolis Reservoir

- Untuk Kapasitas berguna reservoir berdasarkan aturan Ditjen Cipta Karya antara 15% – 25%, maka diambil sebesar 20% dari total kebutuhan harian maksimum yaitu 1.21141 lt/det atau 0,00121141 m^3 /det.
- kapasitas berguna reservoir
 $= 0,20 \times 0,00121 \text{ m}^3/\text{det} \times (24 \times 3600)$
 $= 20.91 \text{ m}^3$
- Ukuran Kapasitas Berguna Reservoir ditetapkan sebagai berikut :
 Panjang = 3 m
 Lebar = 3 m
 Tinggi Air = 2.5 m

Dalam hal ini tinggi merupakan kedalaman dari kapasitas air berguna. Dimensi kapasitas berguna:

$$= (3 \times 3 \times 2.5) \text{ m} > \text{kapasitas reservoir yang dibutuhkan}$$

$$= 22.5 \text{ m}^3 > 20.91 \text{ m}^3 \dots\dots\dots \text{ok!}$$

Direncanakan pula ruang udara adalah 1m dan tinggi kapasitas mati adalah 0,1 m. Sehingga total tinggi dari bak penampung adalah $2.5m + 1m + 0,1 \text{ m} = 3.6m$

Maka Dimensi Reservoir distribusi adalah (3m x 3m x 3.6m).

Desain Hidrolis Hidran Umum

Berdasarkan Kriteria Perencanaan air bersih Ditjen Cipta Karya untuk kategori V (desa) , satu unit hidran umum dapat melayani 200 jiwa. Jumlah hidran umum Rencana sebagai berikut.

Diketahui :

Jumlah Penduduk (2034) = 2311 jiwa
 Untuk kategori kota kecil, satu hidran melayani 200 jiwa maka,

$$\text{Jumlah hidran} = \frac{2311}{200} = 11.56 = 12 \text{ unit}$$

$$\text{Debit rata-rata HU} = \frac{0.96913}{12} = 0.0808 \text{ liter/detik}$$

Desain Jaringan Pipa Menggunakan Epanet 2.0

Tabel 11. “Node Junction” Jaringan Air Bersih Kelurahan Pinaras

Node ID	Elevation m	Base Demand LPS	Head m	Pressure m
Junc HU1	679	0.0008	679.05	3.55
Junc HU2	676	0.0008	679.62	3.62
Junc HU3	675	0.0008	679.46	4.46
Junc HU4	673	0.0008	679.16	6.16
Junc HU5	669	0.0008	679.09	10.09
Junc HU6	662	0.0008	679.06	17.06
Junc HU7	659	0.0008	679.04	20.04
Junc HU8	679	0.0008	679.81	0.81
Junc HU9	670	0.0008	679.67	9.67
Junc HU10	665	0.0008	679.38	14.38
Junc HU11	643	0.0008	679.27	16.27
Junc HU12	660	0.0008	679.21	19.21
Rawd Brongcapalang	722	Nilai	722.00	0.00
Reserwa Reservoir	680	Nilai	680.00	0.00

Sumber : software Epanet 2.0

Tabel 12 “Node Pipe” Jaringan air bersih Kelurahan Pinaras

Pipe ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/LPS
Pipe T1	184.5	83.5	150	4.13	1.28	26.50
Pipe L1	78.8	50.8	150	0.57	0.28	1.58
Pipe L2	156.8	50.8	150	0.48	0.34	1.46
Pipe L3	155.5	50.8	150	0.48	0.30	1.38
Pipe L4	105.6	38.1	150	0.32	0.38	2.79
Pipe L5	177.5	50.8	150	0.24	0.12	0.40
Pipe L6	183.8	50.8	150	0.16	0.08	0.19
Pipe L7	218.7	50.8	150	0.08	0.04	0.09
Pipe L8	182.7	50.8	150	0.48	0.20	1.88
Pipe L9	208.2	50.8	150	0.32	0.18	0.89
Pipe L10	173.1	38.1	150	0.24	0.21	1.64
Pipe L11	142.9	38.1	150	0.16	0.14	0.77
Pipe L12	352.1	38.1	150	0.08	0.07	0.21

Sumber : software Epanet 2.0

air sapa pinaras sebagai sumber air bersih dengan debit sebesar 2.42 l/det.

- Perhitungan proyeksi jumlah penduduk Kelurahan Pinaras sampai 20 tahun ke depan menggunakan tiga metode yaitu metode regresi linier, Metode regresi Logaritma dan metode regresi Eksponensial yang kemudian digunakan yaitu metode regresi logaritma karena memiliki nilai korelasi paling mendekati 1.
- Sistem distribusi dialirkan menggunakan Sistem Gravitasi sedangkan Layout System Distribusinya yang paling cocok adalah menggunakan “GRID – IRON SYSTEM”, karena bangunan pada Kelurahan Pinaras letaknya teratur. Sistem ini terdiri dari bak penampung, pipa transmisi, reservoir dengan tipe *ground reservoir*, pipa distribusi dan hidran umum yang tersebar didaerah layanan.
- Kapasitas berguna reservoir adalah 20.91 m^3 . Dengan dimensi (3 m x 3 m x 3.6 m)
- Jumlah hidran umum 12 hidran dengan kapasitas tiap hidran 2 m^3 . Dengan kebutuhan tiap hidran 0.0808 l/det.
- Perhitungan sistem distribusi menggunakan program Epanet 2.0. Dari analisa menggunakan Epanet 2.0 ini bisa dilihat bahwa air dapat dialirkan keseluruhan keran pada daerah layanan. Diameter pipa sambungan hidran umum yang digunakan 2.5”, 2” dan $1\frac{1}{2}$ ”.

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil analisis maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- Untuk peningkatan sistem penyediaan air bersih di kelurahan Pinaras digunakan mata

Saran

Perlu dilakukan peningkatan dalam pemeliharaan terhadap daerah disekitar mata air, seperti penghijauan agar supaya di masa yang akan datang debit dari mata air yang ada di Kelurahan Pinaras ini tidak mengalami penurunan sehingga kebutuhan akan air bersih selalu terpenuhi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Irianto, 2004. *Statistik Konsep Dasar, Aplikasi dan Pengembangan*, Jakarta: Penerbit Prenada Media, hal 158;182;186;187
- Anonimous, 2010. *Buku Manual Program Epanet*, <http://darmadi18.files.wordpress.com/2010/11/buku-manual-program-epanetversibahasaindonesia.pdf>
- Anonimous, 2011. *Sistem Penyediaan Air Bersih*, hal 36;40-44,47-55;71-74., http://adiprawito.dosen.narotama.ac.id/files/2011/10/BAB_VII_sistem_penyediaan_air_bersih.pdf
- Bambang Triatmodjo, 2008. *Hidrologi Terapan*, Yogyakarta, hal 2-5
- Bambang Triatmodjo, 2008. *Hidraulika II*, Beta Offset, Yogyakarta, hal 51;58.

